

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

28 JUN 2004

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Juli 2003 (24.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/061026 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 51/20**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04346

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. November 2002 (27.11.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 64 016.1 28. Dezember 2001 (28.12.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Wernerwerkstr. 2, 93049 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BIRNSTOCK, Jan** [DE/DE]; Johannisplatz 3/440, 04103 Leipzig (DE).
BLÄSSING, Jörg [DE/DE]; Kopernikusstrasse 97,

73447 Oberkochen (DE). **HEUSER, Karsten** [DE/DE]; Georg-Frank Strasse 17, 91056 Erlangen (DE). **SCHEFFEL, Marcus** [DE/DE]; Paul-Gordan-Strasse 27, 91052 Erlangen (DE). **STÖSSEL, Matthias** [DE/DE]; Paul-Martin-Ufer 52, 68163 Mannheim (DE). **WITTMANN, Georg** [DE/DE]; Erlenstrasse 10a, 91074 Herzogenaurach (DE).

(74) Anwalt: **EPPING, HERMANN & FISCHER**; Ridlerstrasse 55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

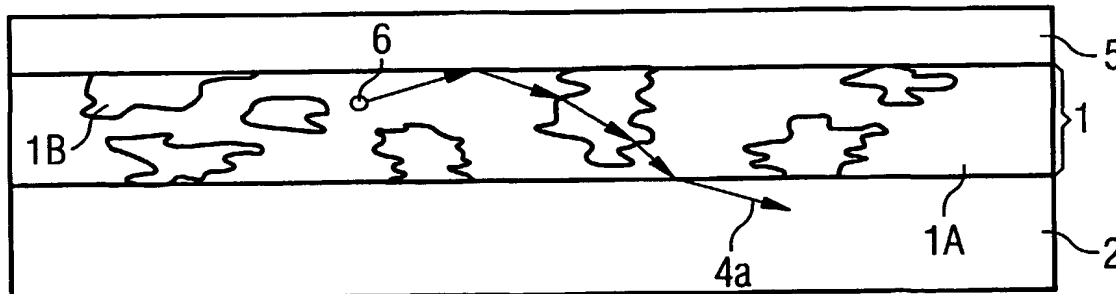
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODE (LED) AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: ORGANISCHE LEUCHTDIODE (LED) UND VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG



(57) Abstract: An organic layer (1) is applied to a transparent carrier (2) in such a way that several partial segments with different refractive indices are configured in the layer. Fewer photons remain trapped in the layer as a result of waveguide losses than in homogenous layers due to diversion at the phase limits within the layer.

(57) Zusammenfassung: Eine organische Schicht (1) wird derart auf einen transparenten Träger (2) aufgebracht, dass in der Schicht verschiedene Teilbereiche mit unterschiedlichen Brechungsindizes ausgebildet werden. Wegen der Umlenkung an den Phasengrenzen innerhalb der Schicht bleiben weniger Photonen durch Wellenleitverluste in der Schicht gefangen als bei homogenen Schichten.

WO 03/061026 A1

Beschreibung

Organische Leuchtdiode (OLED) und Verfahren zu ihrer Herstellung

Die Erfindung betrifft eine organische Leuchtdiode (kurz OLED für Organic Light Emitting Diode) mit zumindest einer Polymer-schicht gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Organische Leuchtdioden zeigen eine Reihe von Vorteilen, die sie für den Einsatz in der Optoelektronik attraktiv machen. Dazu zählen die Verfügbarkeit vieler Emissionsfarben, geringe Einsatzspannungen, schnelle Schaltbarkeit, geringe Dicke und die Möglichkeit der Verwendung biegsamer Substrate. Typische Anwendungsgebiete von OLEDs sind pixelierte Anzeigeeinstrumente und großflächige Elemente für Beleuchtungszwecke.

Ein wichtiges Entwicklungsziel für OLEDs ist die Steigerung der Lichtausbeute und damit verbunden eine Verringerung der Leistungsaufnahme. Dies ist besonders für mobile Anwendungen von Bedeutung, bei denen nur beschränkte Energieressourcen zur Verfügung stehen.

Der Großteil der bisherigen Entwicklungen zur Maximierung der Lichtausbeute beschäftigte sich mit der Steigerung der internen Quanteneffizienz. Diese ist definiert als das Verhältnis zwischen den in der Diode generierten Photonen zu den injizierten Elektronen. Neue Materialien mit verbesserten Lumineszenzeigenschaften, optimierte Schichtfolgen oder besser angepasste Elektrodenmaterialien trugen in den letzten Jahren zur Erhöhung der internen Quanteneffizienz bei.

Ein anderer Ansatz zur Steigerung der Lichtausbeute besteht in der Verbesserung der Extraktionseffizienz. Unter Extraktionseffizienz versteht man die Wahrscheinlichkeit, mit der ein in der Emissionszone erzeugtes Photon aus der Diode ausgekoppelt und somit nachgewiesen werden kann. Auskoppelverluste entstehen

durch Absorption oder durch Wellenleitung in einer der Schichten. Wellenleitung ist durch Totalreflexion an der Grenzfläche zweier Schichten mit unterschiedlichen Brechungsindizes bedingt. Bei ebenen Grenzflächen ändert sich der Winkel zwischen einfallendem und reflektiertem Strahl bis auf das Vorzeichen nicht. Entsprechend bleibt ein einmal totalreflektiertes Photon in der entsprechenden Schicht eingeschlossen und kann nicht extrahiert werden.

Die Darstellung von Fig. 1 veranschaulicht den Prozeß der Wellenleitung in den Schichten einer organischen Leuchtdiode:

Auf einem Substrat 3 befindet sich eine transparente Elektrode 2 (in der Regel Indium-Zinn-Oxid, kurz ITO). Darauf ist mindestens eine organische Schicht 1 abgeschieden, auf die eine Elektrode 5 (z.B. eine Kathode) folgt. In der organischen Schicht 1 werden von Emitttern 6 Photonen erzeugt. Nur Photonen, die nicht durch Wellenleitung in einer der Schichten 1 - 3 und 5 bleiben, werden extrahiert. Die Linie IV zeigt beispielhaft den Weg eines extrahierten Photons.

Je nach Schichtdicke und Brechungsindex der einzelnen Schichten können Wellenleiteffekte, in Fig. 1 angedeutet durch die Linien I, II und III, in der organischen Schicht, in der transparenten Elektrode bzw. im Substrat auftreten. Da die Schichtdicken der Organikschichten und der transparenten Elektrode im Bereich der Lichtwellenlänge oder darunter liegen, bilden sich in diesen Schichten diskrete optische Moden I, II aus, während im Substrat ein Modenkontinuum III vorliegt und hier die klassische Strahlenoptik angewandt werden kann. Man unterscheidet daher Schichtmoden und Substratmoden.

Gelingt es, die Ausbildung von Schichtmoden zu stören und damit die unerwünschte Wellenleitung zu minimieren, erhöht sich die Extraktionseffizienz und damit auch die Lichtausbeute.

Die ausgebildeten optischen Moden in einer dünnen, ebenen Schicht sind neben der Wellenlänge im wesentlichen von der Schichtdicke und dem Brechungsindex der Schicht abhängig.

Eine Änderung des Brechungsindex und damit die Störung der Wellenleiteffekte kann durch Inhomogenitäten innerhalb der organischen Schicht erreicht werden, wenn die Inhomogenitäten einen anderen Brechungsindex als die Schichtmatrix besitzen.

Bisher wurden die im folgenden kurz umrissenen Ansätze a) bis c) zur Unterdrückung von Wellenleiteffekten vorgeschlagen, wobei a) und b) auf eine Änderung des Brechungsindex abzielen und c) eine Änderung der Schichtdicke ausnutzt:

a) Dispersion von Nanopartikeln in eine der organischen Schichten der OLED (S.A. Carter et al., Enhanced luminance in polymer composite light emitting devices. Appl. Phys. Lett. 71(9), p. 1145, 1997)

Hierbei werden 30 bis 80 nm große Partikel aus TiO_2 , SiO_2 oder Al_2O_3 in das polymere Emittermaterial MEH-PPV eingebettet.

Diese Methode ist mit folgenden Schwierigkeiten verbunden: Es ist technisch sehr schwierig, Nanopartikel gleichmäßig in einem Lösungsmittel zu dispergieren, in dem bereits Polymere dispergiert oder gelöst sind. Die Folge schlecht dispergierter Nanopartikel ist eine inhomogene Emission der LED-Schicht, die diese Nanopartikel enthält, weshalb auf eine solche Weise gefertigte Dioden für den Einsatz in Anzeigeeinstrumenten nicht geeignet sind.

Die vorgeschlagenen oxidischen Nanopartikel können zu einer Degradation der aktiven Schicht durch Oxidation führen. Entsprechend wurde bei den Dioden mit Nanopartikeln eine deutlich kürzere Lebensdauer als bei den Referenzdioden beobachtet.

b) Dicht gepackte SiO_2 -Mikrokugeln (T. Yamasaki, K. Sumioka, T. Tsutsui: Organic light-emitting device with an ordered mono-

layer of silica microspheres as a scattering medium, Appl. Phys. Lett. 76 (10), p. 1243, 2000).

Hierbei werden Einzellagen aus dicht gepackten SiO_2 -Kugeln mit 550 nm Durchmesser als Streuzentren verwendet. Dabei werden die Kugeln auf dem Substrat neben den ITO-Anodenbahnen aufgebracht. Hiermit lässt sich Wellenleitung in den Organikschichten und im Glas unterdrücken. Eine Erhöhung der Auskoppelleffizienz wurde beobachtet.

Diese Methode ist mit folgenden Schwierigkeiten verbunden: Das Aufbringen dicht gepackter Kugelflächen ist nur unter sehr großem Aufwand realisierbar. Ein großflächiges Aufbringen solcher Flächen von mehreren Quadratzentimetern wurde zudem bisher noch nicht realisiert. Die Streuzentren befinden sich außerhalb des aktiven Diodenvolumens. Entsprechend kann nur ein kleiner Teil der Substratoberfläche zur Lichterzeugung ausgenutzt werden. Des weiteren ergibt sich eine inhomogene Leuchtdichte.

Durch die periodische Struktur der dichten Kugelpackung ist die Streueffizienz stark wellenlängenselektiv. Entsprechend kommt es zu einem in der Regel unerwünschten lateralen Farbverlauf.

c) Korrugierte (wellenförmige) Organik-Schichten (J.M. Lupton et al., Bragg scattering from periodically microstructured light emitting diodes, Appl. Phys. Lett. 77(21), p. 3340, 2000).

Hierbei wird eine polymere LED auf einer eindimensional-periodischen Struktur mit einer Periode von 388 nm und Tiefen von 10 - 100 nm aufgebracht. Die Struktur wirkt als Bragg-Reflektor und führt wiederum zu einer Streuung von optischen Moden im Emittermaterial.

Diese Methode ist mit folgenden Schwierigkeiten verbunden: Die Periodizität der Struktur führt zu einer starken Winkeldispersion. Als Anode wurde eine 15 nm dünne Goldschicht benutzt, die trotz der geringen Schichtdicke bereits eine starke Absorption aufweist. Eine Übertragung der Korrugation auf das sonst

als Standardanode gebräuchliche, transparente ITO ist aufgrund der größeren ITO-Schichtdicken und hohen Prozeßtemperaturen schwer realisierbar.

Desweiteren gibt es diverse Ansätze zur besseren Auskopplung der Substratmoden. Da sich mit diesen Verfahren aber nicht die Ausbildung von optischen Moden in dünnen Schichten unterbinden läßt, kommen sie für die Verhinderung des Wellenleiteffekts nicht in Frage.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden. Insbesondere soll eine organische aktive OLED-Schicht und ein Verfahren zu deren Herstellung geschaffen werden, in der durch besondere Vorkehrungen der Wellenleiteffekt minimiert ist, ohne daß durch den Einsatz anorganischer Materialien die Lebensdauer der Schicht stark verkürzt ist oder durch periodische Strukturen eine starke Wellenlängenselektivität der Extraktion auftritt.

Diese Aufgabe wird durch eine OLED mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 9 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der OLED bzw. des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 - 8 bzw. 10 - 16 angegeben.

Erfindungsgemäß werden in zumindest einer organischen Schicht der OLED Inhomogenitäten eingebracht, die selbst eine organische Zusammensetzung aufweisen. Die organischen Inhomogenitäten besitzen einen anderen Brechungsindex als eine Schichtmatrix und stören folglich die Wellenleiteffekte.

Die Fig. 2a) zeigt schematisch anhand der mit Pfeilen versehenen Linie 4a den Weg eines Photons, das von einem Emitter 6 ausgesandt und aus einer organischen Schicht 1 extrahiert wird, wenn es nach Durchlaufen von Teilbereichen 1B mit einem ersten Brechungsindex innerhalb eines Schichtmatrix-Materials 1A mit einem vom ersten verschiedenen zweiten Brechungsindex in einem

steileren Winkel als dem Grenzwinkel der Totalreflexion auf eine transparente Nachbarschicht 2 trifft, die beispielsweise eine ITO-Anode ist. Schicht 5 ist beispielsweise eine Kathode.

Zum Vergleich ist in Fig. 2b) anhand der mit Pfeilen versehenen Linie 4b der Weg eines Photons schematisch gezeigt, das in einer vollständig aus einem einzigen Material bestehenden homogenen organischen Schicht erzeugt wird.

Zwischen einer Kathode 5 und einer transparenten Anode 2 bleibt ein Photon in der Schicht durch den Wellenleiteffekt gefangen, wenn der Auftreffwinkel den Grenzwinkel der Totalreflexion nicht überschreitet. Es entstehen Schichtmoden.

Zur Herstellung einer organischen Schicht mit Teilbereichen mit unterschiedlichen Brechungsindices wird eine Mischung von Kunststoffen verwendet, deren Eigenschaften die Nutzung als aktive OLED-Schicht oder auch als passive Zwischenschicht zuläßt, oder eine Mischung ihrer Ausgangsstoffe. Entmischungsprozesse während oder nach der Schichtausbildung werden gezielt ausgenutzt, um eine Schicht zu erhalten, die zwei oder mehr Phasen enthält. Dabei bestehen die Phasen mit unterschiedlichem Brechungsindex in einer besonders bevorzugten Variante aus verschiedenen Kunststoffen.

Damit die Brechungsindexinhomogenitäten zur Extraktion der Photonen aus der transparenten Schicht besonders effektiv beitragen, ist es vorteilhaft, daß sich durch die Entmischung in der Schicht eine kompositartige Struktur ausbildet. Unter kompositartiger Struktur wird hier vor allem die Struktur eines partikelgefüllten Kunststoffs verstanden, sowie die Struktur eines Komposits mit zwei dreidimensional interpenetrierenden Einzelkomponenten, wie sie beispielsweise auch entsteht, wenn man einen offenporigen Kunststoffkörper mit einem zweiten Kunststoff ausgießt.

Um eine zumindest zweiphasige Schicht zu erhalten, werden zumindest zwei Polymere gelöst oder dispergiert, die sich beim

Entfernen des Lösungs- bzw. Dispersionsmittels entmischen oder die sich bereits vor dem Trocknen der Schicht durch Entmischen der Lösungs- bzw. Dispersionsmittel trennen.

Statt mit bereits polymerisierten Substanzen zu arbeiten, ist es denkbar, monomer oder oligomer vorliegende Ausgangsstoffe der Polymere zur Beschichtung einzusetzen, wobei die Entmischung der zumindest zwei Phasen vor, während oder nach der Polymerisation eintreten kann.

In einer anderen bevorzugten Variante besteht die Schicht chemisch aus einem einzigen polymeren Material, das in Inselbereichen gegenüber der Matrix Unterschiede in Materialeigenschaften wie Kristallinität, Verzweigungsgrad, Vernetzungsgrad, Dichte und Co-Polymerisation und somit Unterschiede im Brechungsindex aufweist.

Als Kunststoffe können unterschiedliche Ladungssträger-Transportmaterialien, Emitttermaterialien und beliebige Mischungen daraus eingesetzt werden. Möglich ist auch die Verwendung weiterer, elektrisch inaktiver Kunststoffe oder ihrer Vorstufen.

Durch Variation der Herstellungsbedingungen lassen sich Entmischungsprozeß und chemische Reaktionen und somit die Struktur und die optischen Eigenschaften der Kunststoffschicht gezielt beeinflussen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von zwei Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 bis 3b näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Wellenleitungsverluste in den Schichten einer herkömmlichen organischen Leuchtdiode,

Fig. 2a eine schematische Darstellung der Streuung von Photonen durch Brechungsindexinhomogenitäten in einer organischen Schicht,

Fig. 2b eine schematische Darstellung der Wellenleitung in einer organischen Schicht ohne Streuzentren,

Fig. 3a eine mikroskopische Aufnahme einer organischen Schicht gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3b eine mikroskopische Aufnahme einer organischen Schicht gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Die Erläuterungen zu den Figuren 1 - 2b befinden sich bereits im allgemeinen Teil der Beschreibung.

Ausführungsbeispiel 1 (Fig. 3a):

Hierbei handelt es sich um die Polymermaterialien Poly(Para-Phenylene-Vinylene)-Derivat (PPV) und Poly(N-vinylkarbazol) (PVK), die gemischt und in Lösung als Schicht auf einem Substrat aufgeschleudert wurden.

Die Mischung der gelösten Kunststoffe bestand zu einem Drittel aus PPV, zu zwei Dritteln aus PVK. Nach dem Aufschleudern trat eine Entmischung der beiden Materialien ein, bei der sich große Strukturen aus PVK mit kleineren Satelliten in einer PPV-Matrix ausgebildet haben. Die in Fig. 3a) gezeigte mikroskopische Aufnahme der Oberfläche der entstehenden organischen Schicht zeigt dies. In einer Matrix aus PPV sind PVK-Gebiete mit einer breiten Größenverteilungskurve als Streuzentren eingelagert.

Ausführungsbeispiel 2 (Fig. 3b):

Wie bei Ausführungsbeispiel 1 handelt es sich um PPV und PVK, die gemischt und in Lösung als Schicht aufgeschleudert wurden.

Die Mischung besteht in diesem Beispiel zu 50 % aus PPV und zu 50 % aus PVK. Die in Fig. 3b) dargestellte mikroskopische Aufnahme der hierbei erzeugten organischen Schicht zeigt, daß wiederum kugelförmige PVK-Gebiete als Streuzentren in eine PPV-Matrix eingelagert sind, in diesem Fall jedoch mit einer sehr

viel schmalere Größenverteilungskurve als beim oben erläuterten ersten Ausführungsbeispiel.

In den beiden mikroskopischen Aufnahmen bestehen die hellen Bereiche aus PVK und die dunklen Bereiche aus PVV.

Die Ausführungsbeispiele belegen, wie sich mit Variation der Mischungsverhältnisse der beiden Kunststoffe eine andere Größe und eine andere Größenverteilung der Streuzentren erzielen lassen. Dies bietet vorteilhafterweise die Möglichkeit, die optischen Eigenschaften der organischen Schicht gezielt einzustellen.

Die vorliegende Erfindung beschränkt sich selbstverständlich nicht auf die in den beiden Ausführungsbeispielen genannten Polymermaterialien, sondern ist für alle seitens ihrer elektrischen Eigenschaften für organische LEDs geeigneten Materialien anwendbar.

Weiterhin ist beispielsweise mit einem einzigen Kunststoffmaterial ein ähnlicher Effekt wie eine Entmischung zu erzielen, wenn sich innerhalb einer amorphen Matrix kristalline Bereiche bilden.

Patentansprüche

1. Organische Leuchtdiode (OLED) mit zumindest einer organischen Schicht, die Brechungsindexinhomogenitäten aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein und dieselbe organische Schicht mindestens einen ersten Teilbereich und mindestens einen zweiten Teilbereich aufweist, die aus organischem Material bestehen und unterschiedliche Brechungsindices aufweisen, und die Teilbereiche eine Schicht mit einer kompositartigen Struktur ausbilden.
2. OLED nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die verschiedenen Teilbereiche durch Entmischung des aufgetragenen Schichtmaterials gebildet sind.
3. OLED nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schicht Ladungsträger-Transportmaterial und/oder Emittermaterial aufweist.
4. OLED nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die organische Schicht elektrisch inaktives Material aufweist.
5. OLED nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht zumindest zwei Polymere mit unterschiedlichen Brechungsindices aufweist.
6. OLED nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die verschiedenen Teilbereiche in einer Schicht aus einem einzigen Typ eines Kunststoffmaterials mittels lokaler Variation einer chemischen und/oder physikalischen Eigenschaft erzeugt sind.

7. OLED nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
innerhalb eines amorphen Schichtmatrixmaterials kristalline Bereiche bestehen.

8. OLED nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
die lokal variierende Eigenschaft zumindest eine der Eigenschaften Vernetzungsgrad, Verzweigungsgrad, Dichte und Co-Polymerisation ist.

9. Verfahren zur Herstellung einer organischen Leuchtdiode (OLED) mit zumindest einer organischen Schicht, die Brechungsindexinhomogenitäten aufweist,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Material der organischen Schicht auf einen Träger aufgebracht wird, derart, daß sich während oder nach dem Beschichtungsschritt in der Schicht mindestens ein erster Teilbereich und mindestens ein zweiter Teilbereich ausbilden, die unterschiedliche Brechungsindices aufweisen, und die Teilbereiche eine Schicht mit einer kompositartigen Struktur ausbilden.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Teilbereiche durch einen Entmischungsprozeß in der sich formenden Polymerschicht aus einer Mischung löslicher oder dispergierbarer Polymere oder Monomere gebildet werden, bei dem zumindest zwei Phasen entstehen.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
für die organische Schicht Ladungsträger-Transportmaterial und/oder Emittermaterial verwendet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß

für die organische Schicht elektrisch inaktives Material verwendet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 10 oder nach einem der auf Anspruch 10 zurückbezogenen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Entmischung der Polymere durch das Entfernen eines Lösungsmittels bzw. eines Dispersionsmittels herbeigeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 10 oder nach einem der auf Anspruch 10 zurückbezogenen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Entmischung der Polymere durch eine Entmischung von zumindest zwei Lösungsmitteln hervorgerufen wird, in denen die zumindest zwei Polymere gelöst sind.

15. Verfahren nach Anspruch 10 oder nach einem der auf Anspruch 10 zurückbezogenen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Entmischung der Polymere durch eine Entmischung von zumindest zwei Dispersionsmitteln hervorgerufen wird, in denen die zumindest zwei Polymere dispergiert sind.

16. Verfahren nach Anspruch 10 oder nach einem der auf Anspruch 10 zurückbezogenen Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die zumindest zwei verschiedenen Polymere in der organischen Schicht erst während des Beschichtungsverfahrens oder danach durch Polymerisation gebildet werden.

FIG 1

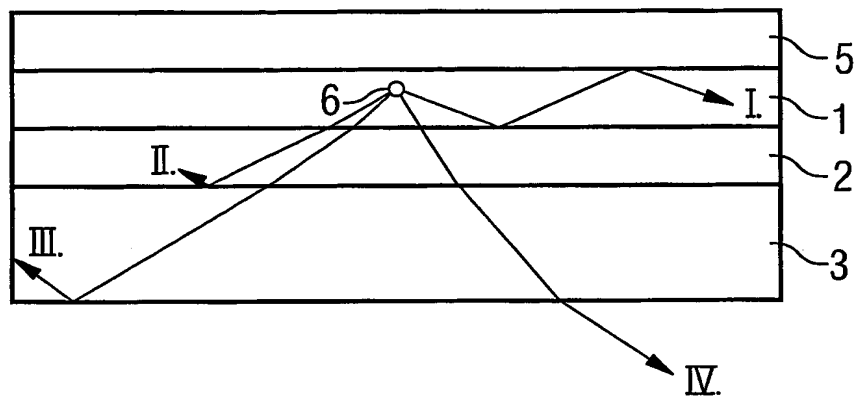


FIG 2A

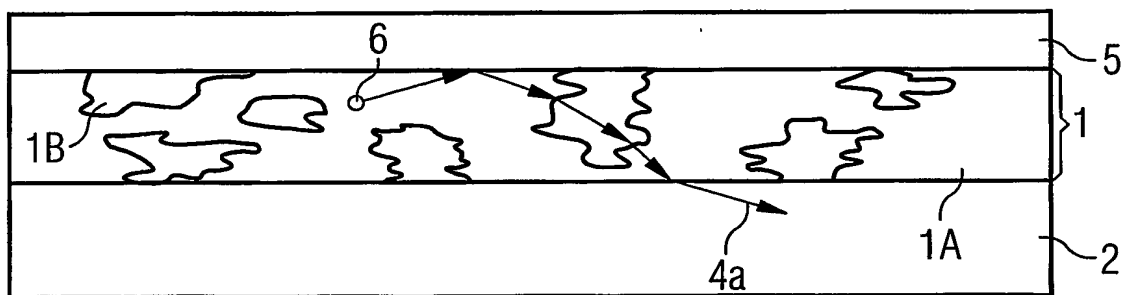


FIG 2B

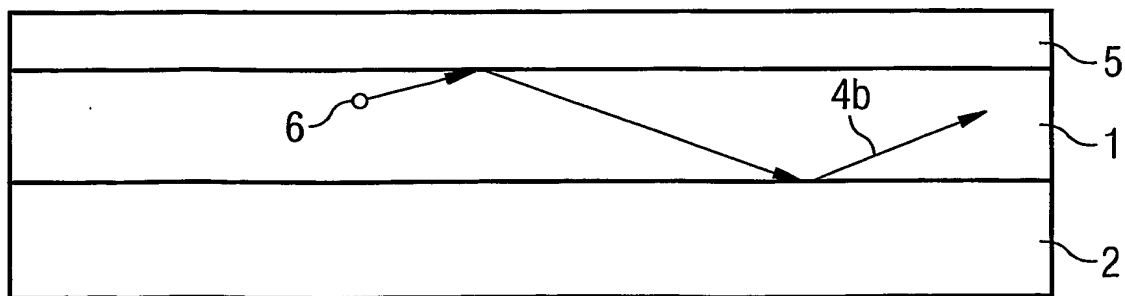


FIG 3A

33% PPV, 67% PVK

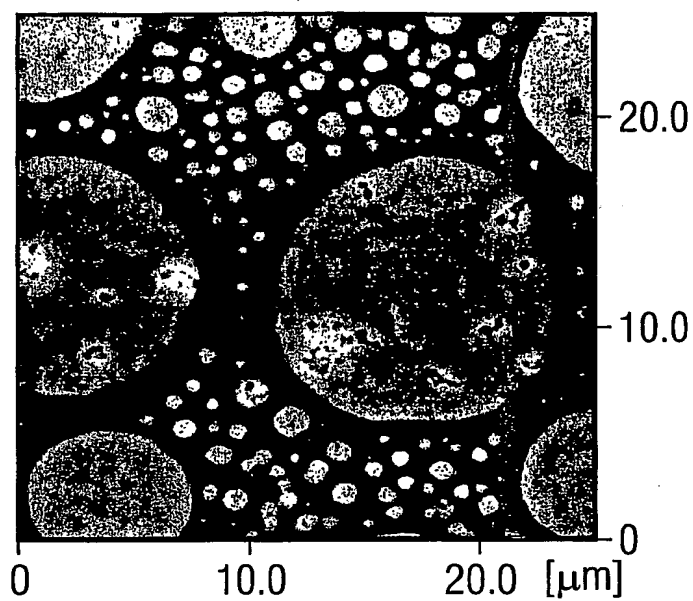
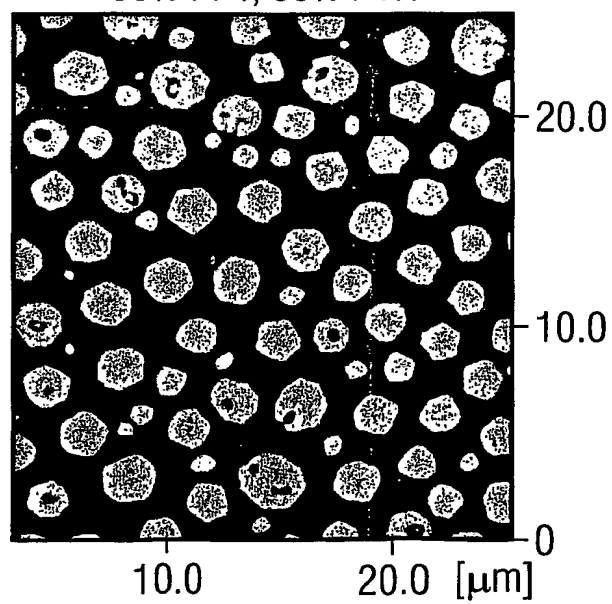


FIG 3B

50% PPV, 50% PVK



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Classification No.
PCT/DE 02/04346

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L51/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01L H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CARTER S A ET AL: "ENHANCED LUMINANCE IN POLYMER COMPOSITE LIGHT EMITTING DEVICES" APPLIED PHYSICS LETTERS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 71, no. 9, 1 September 1997 (1997-09-01), pages 1145-1147, XP000720223 ISSN: 0003-6951 cited in the application abstract	1,9
A	WO 00 04593 A (TESSLER NIR ;HO PETER (GB); CAMBRIDGE DISPLAY TECH (GB); FRIEND RI) 27 January 2000 (2000-01-27) page 4, line 20 -page 8, line 11	1,9

-/--

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2003

Date of mailing of the international search report

08/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Laere, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern

Application No

PCT/DE

04346

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98 17083 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 23 April 1998 (1998-04-23) page 7, line 19 -page 8, line 32 -----	1,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.
PCT/DE 02/04346

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0004593	A	27-01-2000	AU 4921499 A CN 1316105 T EP 1099261 A1 WO 0004593 A1 JP 2002520683 T AU 3977900 A CN 1349651 T EP 1166281 A1 WO 0060612 A1 JP 2002541307 T	07-02-2000 03-10-2001 16-05-2001 27-01-2000 09-07-2002 23-10-2000 15-05-2002 02-01-2002 12-10-2000 03-12-2002
WO 9817083	A	23-04-1998	CN 1210660 A ,B DE 69717599 D1 EP 0867104 A1 WO 9817083 A1 JP 2000503163 T TW 386609 Y US 5955837 A	10-03-1999 16-01-2003 30-09-1998 23-04-1998 14-03-2000 01-04-2000 21-09-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Interr : Aktenzeichen

PCT/DE 04346

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L51/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L H05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CARTER S A ET AL: "ENHANCED LUMINANCE IN POLYMER COMPOSITE LIGHT EMITTING DEVICES" APPLIED PHYSICS LETTERS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, Bd. 71, Nr. 9, 1. September 1997 (1997-09-01), Seiten 1145-1147, XP000720223 ISSN: 0003-6951 in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung	1,9
A	WO 00 04593 A (TESSLER NIR ;HO PETER (GB); CAMBRIDGE DISPLAY TECH (GB); FRIEND RI) 27. Januar 2000 (2000-01-27) Seite 4, Zeile 20 -Seite 8, Zeile 11 -/-	1,9

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

28. April 2003

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

08/05/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Laere, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 98 17083 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 23. April 1998 (1998-04-23) Seite 7, Zeile 19 -Seite 8, Zeile 32 -----	1,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern

Aktenzeichen

PCT/DE

04346

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0004593	A	27-01-2000	
		AU 4921499 A	07-02-2000
		CN 1316105 T	03-10-2001
		EP 1099261 A1	16-05-2001
		WO 0004593 A1	27-01-2000
		JP 2002520683 T	09-07-2002
		AU 3977900 A	23-10-2000
		CN 1349651 T	15-05-2002
		EP 1166281 A1	02-01-2002
		WO 0060612 A1	12-10-2000
		JP 2002541307 T	03-12-2002
WO 9817083	A	23-04-1998	
		CN 1210660 A ,B	10-03-1999
		DE 69717599 D1	16-01-2003
		EP 0867104 A1	30-09-1998
		WO 9817083 A1	23-04-1998
		JP 2000503163 T	14-03-2000
		TW 386609 Y	01-04-2000
		US 5955837 A	21-09-1999